



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

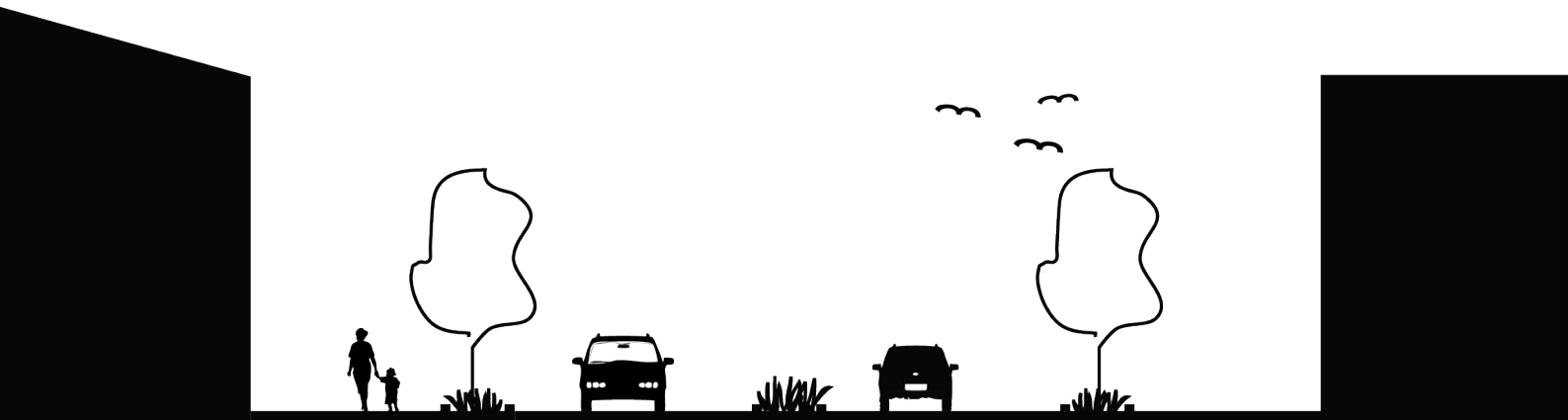
URBAN GRÖNSTRUKTUR

- Rain gardens som ett hållbart inslag i vägmiljö

URBAN GREEN STRUCTURES

-Rain gardens as a sustainable feature in streetscapes

Tanja Mason



URBAN GRÖNSTRUKTUR

- Rain gardens som ett hållbart inslag i vägmiljö

URBAN GREEN STRUCTURES

-Rain gardens as a sustainable feature in streetscapes

Tanja Mason

Handledare: Anna-Karin Ekwall, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Examinator: Anders Folkesson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i trädgårdsdesign

Kurskod: EX0652

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör:design - kandidatprogram

Examen: Trädgårdsingenjör, kandidatexamen i landskapsarkitektur

Ämne: Landskapsplanering

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: april 2015

Omslagsbild: Tanja Mason

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Dagvattenhantering, rain garden, vegetation, ekosystemtjänster, infiltrationsbädd, vägmiljö, biorentention, stormwater planter, infiltration planter, street swale*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

FÖRORD

I slutskedet av min utbildning till trädgårdsingenjör har jag i detta examensarbete valt att fördjupa mig i rain gardens och deras potential för urban vägmiljö. Det har varit mycket lärorikt och intressant och jag är tacksam för all uppmuntran och hjälp jag fått från olika håll.

Först och främst vill jag tacka min handledare Anna-Karin Ekvall för tips och vägledning under arbetets gång. Jag vill även tacka Karin Svensson för inledande möten och hjälp vid uppstart av arbetet. Slutligen vill jag tacka min familj för stöd, korrekturläsning, tålamod och kärlek.

Tack!

Tanja Mason
Lund, Mars 2015

ABSTRACT

Reports of flooding with catastrophic consequences are becoming more and more common. Climate researchers claim that the level of rainfall in Skåne is expected to increase at the same time as development is extensive, with city densification and the drastic diminishing of green areas with natural infiltration properties. In 2000 the "EU Water Framework Directive" was introduced. This is the European Union's directive for water that aims to protect and restore water resources in the form of lakes, rivers, coastal waters and groundwater within the EU. In Lund's municipal Stormwater Strategy it says "Climate change, intensified densification and directives from the EU create tough demands for sustainable stormwater management in the future" (VA SYD, 2013, förf. Översättning).

This Bachelor thesis is a literature study with the aim of finding out whether rain gardens could be a sustainable alternative for stormwater management in southwestern Skåne's urban environments at the same time as constituting an attractive part of cities' green streets. The study also looks at the demands that would be placed on vegetation in such urban streetscapes.

The concept of rain gardens is a form of stormwater management that originated in Prince George's County in Maryland, USA, during the early 1990's. Its purpose was to find a way of purifying the stormwater from pollutants before it ran into the ocean. A rain garden is a kind of infiltration bed with vegetation that receives water runoff from surrounding impervious surfaces and can be flooded for a short period before the water infiltrates. Not only does this relieve the pressure on conventional pipe systems, but we get many ecosystem services in return.

Rain gardens in urban street environments are complex habitats that not only are impacted by de-icing salt and pollution, but also endure long periods of drought with shorter periods of flooding. In order to find suitable vegetation one can look to natural habitats that endure similar conditions to those of rain gardens. There is great potential for rain gardens in roadsides as they are adaptable in size and shape which makes them easily integrated in the urban street environment. Rain gardens also have the prerequisites for being a part of the city's green streets. In addition to functioning excellently for reducing stormwaterflow and purifying the stormwater, they also contribute with greenery that in turn both improves air quality and supports biological diversity.

The literature study shows that rain gardens are both economically and ecologically as well as ultimately socially sustainable alternatives to stormwater management in urban street environments.

SAMMANFATTNING

Det kommer fler och fler rapporter om översvämningar med katastrofala konsekvenser som följd. Klimatforskare menar att regnmängden i Skåne förväntas öka samtidigt som det sker en enorm exploatering där städerna förtätas och gröna ytor med naturlig infiltrationskraft minskar drastiskt. År 2000 infördes "Vattendirektivet". Det är EU:s ramdirektiv för vatten som syftar till att skydda och vårda våra vattenresurser i form av sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten inom EU. I Lunds kommuns dagvattenstrategi står det "Klimatförändringar, en intensifierad exploatering och direktiv från EU gör att det ställs hårda krav på en hållbar dagvattenhantering i framtiden" (VA SYD, 2013).

Denna kandidatuppsats är en litteraturstudie med syfte att finna svar på om rain gardens skulle kunna vara ett hållbart alternativ för dagvattenhantering i sydvästra Skånes urbana miljöer och samtidigt utgöra attraktiva delar av stadsmiljöers gröna stråk. I uppsatsen undersöks även vilka växter som i så fall skulle fungera i stads- och vägmiljö.

Rain gardens som koncept är en form av öppen dagvattenhantering som ursprungligen uppstod i Prince George's County i Maryland, USA under tidigt 1990-tal med syfte att hitta ett sätt att rena dagvattnet från föroreningar innan det rinner ut i havet. En rain garden är en slags infiltrationsbädd med vegetation som tar emot vattenavrinning från omkringliggande hårdgjorda ytor och kan översvämmas under en kort period innan vattnet infiltreras. Därmed avlastas de konventionella rörsystemen och vi får många ekosystemtjänster därtill.

Rain gardens i urban vägmiljö är en komplex växtplats som förutom påverkan från vägsalt och föroreningar även utstår långa perioder av torka, med översvämningar under korta perioder. För att hitta passande vegetation kan man med fördel se till naturliga växtmiljöer som har liknande förutsättningar som de rain gardens utsätts för. Det finns stor potential för rain gardens i vägmiljö då de är anpassningsbara i storlek och form vilket gör att de enkelt kan integreras i den urbana gatumiljön. Rain gardens har även förutsättningar för att vara en del av stadens gröna stråk. Förutom att de fungerar utmärkt till att reducera dagvattenflöden och rena dagvattnet, bidrar de även med en grönska som i sin tur både förbättrar luftmiljön och ger förutsättningar för biologisk mångfald.

Litteraturstudien visar slutligen att rain gardens är såväl ekonomiskt och ekologiskt som i förlängningen socialt hållbara alternativ till dagvattenhantering i urban vägmiljö.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.2 SYFTE OCH MÅL	2
1.3 FRÅGESTÄLLNINGAR	2
1.4 METOD	2
1.5 AVGRÄNSNINGAR	3
2. DAGVATTENHANTERING I SVERIGE	3
3.1 STADENS GRÖNA STRÅK	6
3.4 KONSTRUKTION	11
3.5 SKÖTSEL	11
3.6 KOSTNAD	12
4. VEGETATION I VÄGMILJÖ	13
5. VEGETATION FÖR RAIN GARDENS I STADSMILJÖ	14
5.1 VÄXTFÖRSLAG	15
5.2 VÄXTFÖRTECKNING	19
6. DISKUSSION	22
7. REFERENSER	24

1. INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Allt oftare kommer rapporter om översvämningar i landet som medför stora problem och kostnader för samhället. Det sker mycket nybyggnationer och förtätning av städer vilket resulterar i färre grönytor där vattnet naturligt infiltreras (Dietz, 2007). I Skåne förväntas regnmängden öka med upp till 20% till år 2100 och även antal tillfällen med kraftig nederbörd förväntas öka (SMHI, 2012). Städernas allt mer hårdgjorda, ogenomträngliga, ytor leder till ökade flöden av dagvatten vilket medför risk för överbelastning av det konventionella dagvattensystemet. Det i sin tur leder till flödesstopp och översvämningar med förödande skador som följd. Det behövs fler ytor som kan hjälpa till att fördröja dagvattnet (Boverket, 2010) och om vi ska kunna klara av framtidens förväntade klimatscenarior samtidigt som exploateringen ökar kraftigt måste vi kunna anpassa oss till dessa förändringar. Länsstyrelsen menar att det krävs smarta lösningar för dagvattenhantering och för en hållbar stad (2009) och kanske skulle rain gardens kunna vara en sådan lösning.

Syftet med en rain garden är att skapa hållbara dagvattenlösningar genom att fördröja och infiltrera dagvatten och samtidigt bidra med många andra ekosystemtjänster, som exempelvis vattenrening, förbättrad luftmiljö och förutsättningar för biologisk mångfald. Grönstrukturen med dess vegetation är en viktig parameter för en hållbar stadsplanering då den bland annat hjälper till att ta hand om föroreningar, ge bättre luftmiljö och sänka temperaturen i staden (Stahre, 2008). Vegetationen är en viktig komponent i rain gardens men en rain garden i vägmiljö ställer tuffa krav på växtmaterialet. Växterna måste klara fluktuerande vattennivåer, vara torktåliga samt klara korta perioder med översvämning och dessutom vara toleranta för salt, vind och föroreningar. Med god stadsplanering kan dagvattnet ses som en positiv resurs i våra urbana miljöer där vi med anpassade lösningar har stora möjligheter att kompensera exploaterings negativa effekter (Länsstyrelsen, 2009).

I USA jobbar man efter ett koncept som kallas Low Impact Development (LID) som ett alternativ till konventionell dagvattenhantering. Syftet är att minska volymen avrinningsvatten från omkringliggande hårdgjorda ytor och även förbättra vattenkvaliteten genom att skapa hållbara dagvattenlösningar (Dietz, 2007). Liknande system finns även i Australien vid namn Water Sensitive Urban Design (WSUD) och i Storbritannien, Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) (CIRIA, 2007). Rain gardens som metod har visat sig vara mycket framgångsrik gällande dagvattenhantering och metoden har troligtvis stor potential även i våra svenska urbana landskap (Wise, 2008; FAWB, 2009; CIRIA, 2007).

Jag har i denna kandidatuppsats valt att fördjupa mig i rain gardens potential för dagvattenhantering och för dess möjlighet att vara en del av stadens gröna stråk. Inför detta arbete har jag varit i kontakt med konsultföretaget ÅF AB och även Lunds kommun och fått bekräftat att det är ett aktuellt ämne för dagens och framtidens arbete för hållbara städer.

1.2 SYFTE OCH MÅL

Syftet med detta arbete är att öka min egen kunskap om dagvattenhantering i form av rain gardens och hitta passande växtmaterial för sådana konstruktioner i urban miljö. Målet är att få svar på om en sådan dagvattenlösning skulle vara en hållbar lösning för vägmiljö i sydvästra Skånes städer.

1.3 FRÅGESTÄLLNINGAR

- I vilken utsträckning kan rain gardens utgöra en del av stadens gröna stråk?
- Hur kan hållbara och attraktiva vägmiljöer i sydvästra Skånes stadsmiljöer utformas med hjälp av rain gardens?
- Vilka växter är lämpliga för rain gardens i sydsvenska stadsmiljöer?

1.4 METOD

Arbetet är baserat på en litteraturstudie om det valda ämnet och frågeställningar. De vetenskapliga artiklar som använt har hittats genom sökningar i databaserna Web of Science, Scopus, CAB abstracts och Google Scholar. Även Primo har använts. Boken *"Rain Gardens: Managing water sustainably in the garden and designed landscape"* av Nigel Dunnett och Andy Clayden har varit en av de främsta källor till information då den innehåller bra fakta kring flera delar av det berörda ämnet. Framförallt om rain gardens flexibilitet och många användningsområden. Annat viktigt material har hämtats från olika kommuners och statliga myndigheters hemsidor och texter som de gett ut. Exempelvis på sådana är Lund och Malmös kommuners respektive dagvattenstrategier och Naturvårdsverkets och Boverkets hemsidor. Länsstyrelsen och SMHI har gett ut användbara texter om Skånes klimat och klimatförändringar. Även Trafikverkets texter om växtlighet och dess problematik i vägmiljö har varit en bra källa. Då det har varit svårt att hitta relevanta, passande och pålitliga källor har examensarbeten från senare år som behandlar samma eller liknande ämne också varit till hjälp inte minst deras referenslistor för vidare sökning.

I framtagandet av växtmaterial har jag sökt i både utländsk litteratur för rain gardens och svenska växtlexikon. Likhetsgranskningar har gjorts mellan de utländska beskrivningarna av vad som krävs av vegetationen i rain gardens och de växter som där föreslås och svenska källors beskrivningar av växternas tolerans, klimat- och ståndorts krav.

Slutligen har några schematiska skisser lagts in för att förtydliga vattnets väg och hur rain gardens kan vara uppbyggda. Även foton som hittats på internet via webbsidan

flickr.com har lagt in för att på ett tydligt sätt visa på olika användningsområden för rain gardens i vägmiljö.

1.5 AVGRÄNSNINGAR

Arbetet begränsas till att förklara och förstå metoden och syftet med en rain garden och är inte en fördjupning i växtbäddens olika filtrerande och renande material och tekniker. Urvalet av växter är avsett att passa rain gardens i sydvästra Skånes klimat.

”Rain garden” används i litteraturen till att beskriva en mängd olika varianter av planteringar. I detta arbete kommer jag använda definitionen som ett samlingsnamn för olika typer av konstruerade dagvattenanläggningar i urbana miljöer, inte en naturlig vegetationtäckt svacka i landskapet. Det jag beskriver kan i litteraturen bland annat även benämnas stormwater planter, infiltration planter, street swales, bioretention, bioretention basins, bioretention systems, infiltrationsbädd.

2. DAGVATTENHANTERING I SVERIGE

Dagvatten är regn och smältvatten som rinner av från byggnader, infrastruktur och andra hårdgjorda ytor (Länsstyrelsen, 2009). I städer som expanderar och förtätas ökar både volymen på dagvattnet som ska hanteras och föroreningarna som följer det ner i grundvattnet.

År 2000 infördes bland annat därför ”Vattendirektivet”. Det är EU:s ramdirektiv för vatten som syftar till att skydda och vårda våra vattenresurser i form av sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten inom EU (Vattenmyndigheten, u.å. a; VA SYD, 2013). EU tog 2007 även fram ett översvämningdirektiv efter att stora översvämningar inträffat i Europa (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011). Det är ett direktiv för översvämningrisker och hur de ska hanteras för att minska de negativa konsekvenserna av översvämningar (MSB, 2011). I Sverige är det Vattenmyndigheterna som ansvarar för att organisera arbetet men det är många som delar ansvaret för genomförandet av vattendirektivet, från riksdag via länsstyrelser på regional nivå till respektive kommun (Vattenmyndigheten, u.å. b).

Många kommuner har tagit fram egna strategier och manualer för dagvattenhantering. I Lunds kommun togs det år 2013 fram en dagvattenstrategi för att beskriva hur arbetet med dagvattenhantering ska ske och hur förutsättningarna i kommunen ser ut. De skriver ”Klimatförändringar, en intensifierad exploatering och direktiv från EU gör att det ställs hårda krav på en hållbar dagvattenhantering i framtiden” (VA SYD, 2013 s. 3) och vidare kan vi läsa att ”Målet är att Lunds kommun inom 10 år har ett robust

miljö- och klimatanpassat system för hantering av dagvatten som möjliggör utveckling och expansion i ett föränderligt klimat och som bidrar till ökad livskvalitet och ett mer attraktivt Lund” (VA SYD, 2013 s. 6). För att nå dit krävs det att frågan om dagvattenhantering finns med redan från start vid processer i stadsplaneringen och att det sker ett samarbete mellan de olika förvaltningarna inom kommunen, VA SYD och även andra berörda intressenter (VA SYD, 2013).

Lunds kommuns dagvattenstrategi ska bland annat medverka till att:

- ”Både den hydrologiska och den ekologiska statusen hos Lunds kommuns recipienter förbättras.
- Dagens sårbara system förvandlas till hållbara lösningar som möjliggör framtida expansion i ett föränderligt klimat.
- Dagvattnet synliggörs som en positiv resurs i stadsbyggandet med avseende på estetik, rekreation, lek, biologisk mångfald och andra naturvärden.
- Lund uppnår Vattendirektivets krav.
- Tillförseln av föroreningar till recipienten begränsas så långt som möjligt och dagvattensystemet utformas så att en så stor del av föroreningarna som möjligt avskiljs under vattnets väg till recipienten.
- Dagvattenflöden reduceras och regleras så tidigt som möjligt i systemet så att belastning på ledningsnät och recipienter begränsas” (VA SYD, 2013 s. 6).

Kraven på rening och fördröjning av dagvatten kräver åtgärder och god planering för både allmän och privat mark (VA SYD, 2013). Till exempel har vi i Sverige någonting som kallas lokalt omhändertagande av vatten (LOD), vilket precis som namnet antyder innebär att omhändertagandet av dagvattnet sker på primär mark (Länsstyrelsen, 2009). Den främsta metoden för detta är genom infiltration och för detta är rain gardens ett utmärkt alternativ. Det är ytterst viktigt att anläggningar utformas på ett attraktivt och säkert vis efter platsens förutsättningar. Rening av dagvattnet ska ske så nära recipienten som möjligt och med lösningar som efterliknar naturliga processer med fördröjning (VA SYD, 2013).

I Malmö stad togs det fram en dagvattenpolicy år 2000 med grundprinciper för hur man skulle se på och ta hand om dagvattnet i staden. Utifrån den policyn togs sedan en dagvattenstrategi fram som, på liknande vis som Lunds dagvattenstrategi, ger riktlinjer för hur det ska arbetas mot ett långsiktigt hållbart system (Malmö stad, 2008).

3. VAD ÄR EN RAIN GARDEN?

Definitionerna av en rain garden skiljer sig åt i litteraturen. Gemensamt för dem är dock beskrivningen av en öppen dagvattenhantering i form av en nedsänkt yta med vegetation som tar emot tillfälligt överskottsvatten från omkringliggande hårdgjorda ytor och kan översvämmas under en kort period innan vattnet infiltreras. På så sätt utnyttjas den naturligt förekommande tillgången på vatten maximalt samtidigt som anläggningen hjälper till att förebygga risk för översvämning vid kraftiga skyfall (Dunnett & Clayden, 2007). Virginia (2011) menar att rain gardens har en stor förmåga att reducera avrinningsvolym och toppflöden. Det finns ett flertal olika lösningar för detta i urban miljö, många baserade på att fördröja och rena dagvatten på liknande vis som sker ute i naturen (Prince George's County, 2007). Dagvattnet kan ledas till en rain garden istället för att ledas direkt till det konventionella dagvattensystemet (FAWB, 2009. Prince George's County, 2007). Det reade vattnet kan antingen, om platsens förutsättningar tillåter, infiltreras ned till underliggande jord eller så transporteras vattnet vidare via dräneringsrör i botten av anläggningen (CIRIA, 2007). Det är även möjligt att kombinera dessa två metoder om det för platsen är det bästa alternativet (FAWB, 2009).

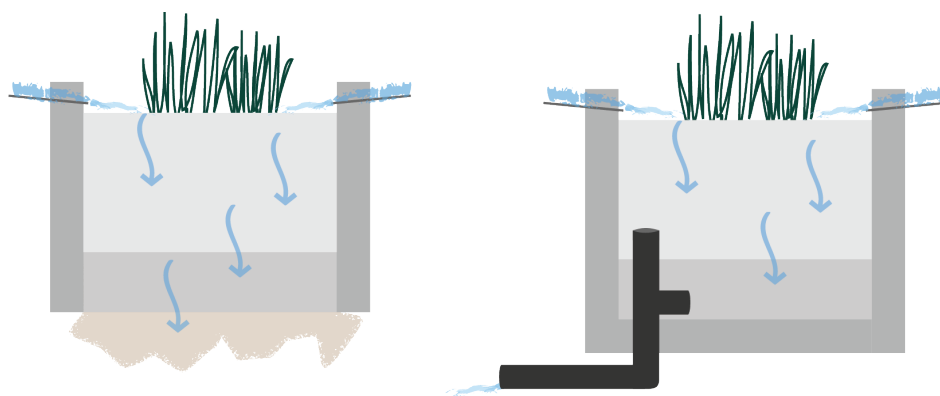


Fig. 1: Figuren visar två olika sorters konstruktioner för rain gardens. Den ena (t.v.) tillåter vattnet att infiltrera ner till underliggande jord och vidare ner till grundvattnet. Den andra (t.h.) har stängd botten vilket innebär att vattnet infiltreras genom substratet i anläggningen för att sedan ledas vidare genom rörsystemet. Det är även möjligt att kombinera dessa två alternativ. Figur ritad av författaren.

Fenomenet rain garden kommer ursprungligen från Prince George's County i Maryland, USA. Det var Larry Coffman, dåvarande chef på The Environmental Services Division, som år 1992 gjorde en prototyp för att visa på möjligheter att rena dagvattnet. Det förekom nämligen vid den tiden oroligheter över uppgifter om förorenat dagvatten som rann ut i havet vid Chesapeake Bay. Genom att konstruera ett svackdike med naturlig infiltration på en parkeringsyta, där han ersatte befintligt substrat med ett mer poröst material och täckte det med vegetation, visade han att rain gardens avlastar de konventionella dagvattensystemen. Flera framgångsrika

experiment utfördes i Maryland under slutet av 1990-talet vilket ledde till att den första manualen för rain gardens togs fram 1999. Sen dess har konceptet för rain gardens spridits och praktiseras idag i flera amerikanska städer och är på uppgång i städer runt om i världen (Wise, 2008).

Virginia (2011) skriver att rain gardens är "utmärkt till att reducera föroreningar i vattnet, skapa goda förutsättningar för filtrering, upptag av näringsämnen, mikrobiell aktivitet och minskad vattenavrinning" (Virginia, 2011 s.2, förf. översättning). Virginia (2011) menar också att rain gardens kan bli ett omtyckt och attraktivt landskapselement i våra städer. Dagvattenhantering är rain gardens primära syfte men genom väl projekterade anläggningar i våra stadslandskap får vi även en mängd positiva och miljövänliga fördelar på köpet (Dunnett & Clayden, 2007).

3.1 STADENS GRÖNA STRÅK

Grönytorna i städerna minskar i takt med exploatering och förtätning. För att bemöta kommande klimatförändringar räcker det inte att enbart planera hållbart och klimatsmart vid nybyggnationer. Även den befintliga bebyggelsen och stadslandskapet bör ses över och vara en del av arbetet mot hållbara stadsmiljöer. Stadens många mellanrum kan med smarta lösningar av blå- och grönstrukturer¹ bidra till ett bättre klimat genom att ta hand om ökande vattenmängder, förbättra luftmiljön och sänka temperaturen i staden (Boverket, 2010 a). Oavsett om det är befintliga ytor som ska förnyas och anpassas eller nybyggnationer som ska projekteras för finns det flera olika sätt att skapa blå-gröna ytor som bidrar med grönska i våra städer. Gröna tak, växtväggar, dammar, fickparker, rain gardens och genomsläppliga beläggningar är förslag på sådana ytor, "mångfunktionella genomsläppliga ytor med sociala och ekologiska kvaliteter som bidrar till människors hälsa och välbefinnande" (Boverket, 2010 a, s.7). I en tid där exploateringen är enorm och klimatförändringarna går på högvarv är det just sådana här flerfunktionella och därmed ytbesparande konstruktioner som bör prioriteras. Det är konstruktioner som tar hand om befintliga och förväntade problem och behov på en och samma plats (Boverket, 2010 a).

Stahre (2010) nämner ett växande behov och intresse för något som han kallar "eco-corridors". Detta är ett koncept som bygger på gröna stråk genom staden som förutom att det effektivt fördröjer och infiltrerar dagvatten även ger andra mervärden och kan fungera som park- och rekreationsområden för stadens befolkning. Dessa stråk är dessutom en avgörande faktor och förutsättning för den biologiska mångfalden (FN, 2010).

I Portland, Oregon, i nordvästra USA, arbetar man efter en liknande princip som "eco-corridors". Portland anses vara ledande i frågor kring hållbar dagvattenhantering och

¹ "Blå struktur: sjöar, vattendrag, hav och grundvatten. Öppen såväl som kulverterad samt VA-nätet. Grönstruktur: sammanhängande system av grönska, mark och vatten i anslutning till bebyggda miljöer" (Boverket, 2010 b) Blå-gröna ytor är där de två samverkar.

det var Portland's Bureau of Environmental Services (BES) som började arbeta med detta under tidigt 1990-tal. Det kom då nya riktlinjer för förbättring av vattenkvaliteten i deras sjöar och vattendrag vilka Portland ej uppnådde. De utvecklade då olika metoder och program för att främja hållbar dagvattenhantering och "Green streets" är ett av dessa framgångsrika program (WERF, 2010). Green streets syftar till gator och stadsstråk som utformas med olika metoder för hållbar dagvattenhantering där konceptet bygger på att efterlikna naturens sätt att fördröja, infiltrera och leda vattnet (BES, 2013). Dessa metoder och koncept har influerat många och exempelvis så arbetar man i Philadelphia efter principen "Green Stormwater Infrastructure" (GSI) där de fokuserar på dagvatten som en resurs i det urbana landskapet istället för att hantera det som avfall. Även där använder man en rad olika jord-vatten-plantsystem som hanterar vattnet på olika sätt (City of Philadelphia, 2014).

Wise (2008) skriver om "Green infrastructure" som de sammanlänkade gröna miljöer med naturliga dagvattenhanterande ytor. "The future of stormwater has arrived, and that future is green. Green infrastructure, that is" (Wise, 2008 s.1).

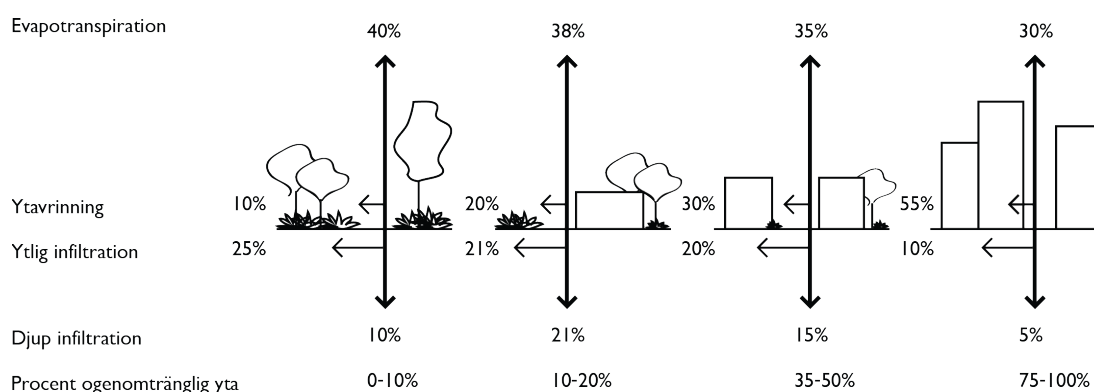


Fig. 2: Figuren visar vattnets väg och att ökade mängder hårdgjorda ytor leder till en större ytavrinning. Figur ritad av författaren efter Dunnett & Clayden, 2007, sid. 34.

3.2 MERVÄRDEN & EKOSYSTEMTJÄNSTER

Förutom fördröjning av dagvatten bidrar rain gardens med flera andra mervärden och ekosystemtjänster. Naturvårdsverkets definition av ekosystemtjänster lyder

"Ekosystemtjänster är ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande. Tjänsterna som kommer från ekosystemen ger oss bland annat luft- och vattenrening, jordbildning, primärproduktion och naturupplevelser som kan påverka vår hälsa positivt" (Naturvårdsverket, 2015 s.1).

Dagvattnet i urbana miljöer innehåller mängder med föroreningar som är skadliga för våra naturliga sjöar, vattendrag och dess djurliv. Det är bland annat spill från fordon, djuravföring, tungmetaller och bakterier som vattnet får med sig via avrinning från stadens hårdgjorda ytor (EPA, u.å.). Rain gardens förmåga att rena och reducera föroreningar i dagvattnet innefattar fysiska, kemiska och biologiska processer. Vegetationen i en rain garden reducerar vattnets flöde och ger förutsättningar för sedimentering, vilket innebär att de suspenderade partiklarna kan sjunka till anläggningens botten. Vattnet renas ytterligare när det filtreras ner genom substratet (FAWB, 2009). Humusen som bildas i växtbädden och substratet innehåller kemiskt aktiva komponenter som har en förmåga binda lösa föroreningar såsom metaller och nitrater (Prince George's County, 2007; FAWB, 2009). Växterna i planteringen tar upp näringsämnen som de använder till biologiska processer, detta kallas assimilation och kan nyttjas genom att hitta växtmaterial som tar upp specifika föroreningar ur dagvattnet (Prince George's County, 2007). Tack vare vegetationens rötter som bildar hålrum i substratet underlättas infiltrationen av vattnet (Svenskt Vatten 2011).

I en urban miljö som till största del består av hårdgjorda ytor, med bristande infiltrationsförmåga, såsom vägar och byggnader kan en urban värmeö (Urban Heat Island, UHI) uppstå. Det är stadens höga andel byggmassa med dess förmåga att lagra och utsöndra värme som skapar ett mikroklimat som är betydligt varmare och torrare än sin omgivning. Även under nätterna avger dessa material värme och staden kyls därför inte ner på samma sätt som landsbygden, vilket även resulterar i högre nivåer av luftföroreningar. För svaga grupper i samhället kan detta vara ett stort problem då de inte hinner återhämta sig inför kommande dags hetta (EPA, u.å.). Skillnaden i temperatur mellan stad och landsbygd kan vara så mycket som 12°C (Länsstyrelsen Skåne, u.å. a). UHI-effekten drabbar inte enbart oss landlevande varelser utan även de vattenlevande. När dagvattnet transporteras via de upphettade ytorna i städerna och rinner ut i vattendrag och sjöar höjer det vattnets temperatur. Vissa arter är väldigt känsliga för plötslig temperaturökning vilket medför stress och problem med bland annat reproduktion (EPA, u.å.). Att introducera vegetation är en av de mest effektiva metoderna för att reducera UHI-effekten och förbättra mikroklimatet i städer (EPA, u.å.). Vegetation spelar även en viktig roll i dagvattenhanteringen, bland annat genom sin och växtbäddens (substratets) sammanlagda evapotranspiration, som bidrar till högre luftfuktighet och sänkt lufttemperatur. Anläggningen fångar också upp mycket regnvatten och föroreningar på sina växtdelar (Dunnett & Clayden 2007). Genom att variera planteringarna med olika växtarter gynnas den biologiska mångfalden maximalt eftersom det bidrar med mat och husrum för desto fler arter under hela året. Rain gardens främjar biologisk mångfald i staden till mycket högre grad än förslagsvis hårdgjorda ytor och platser med monokulturell vegetation som exempelvis en klippt gräsmatta (Dunnett & Clayden, 2007). Den biologiska mångfalden är en viktig del i att säkra våra ekosystemtjänster och även en faktor i dämpandet av klimatförändringen.

”För att säkra den biologiska mångfalden och ekosystemtjänsterna krävs att många olika typer av naturmiljöer tryggas på ett välplanerat sätt. För att säkerställa spridningsmöjligheter för olika arter, inte minst i en situation med förändrat klimat, måste ett nätverk av livsmiljöer finnas i landskapet” (FN, 2010 s. 3).

Rain gardens bidrar alltså med kvantitativ och kvalitativ hantering av dagvatten, de förbättrar vår luftmiljö och bidrar till en biologisk mångfald. Det har även visat sig att rain gardens ökar människors trivsel i sina kvarter och har förutsättningen att öka bostadsvärden med upp till 20% genom att bidra till en estetiskt tilltalande grönmiljö (Prince George’s County, 2007).

3.3 ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

Rain gardens är flexibla i design och form (Prince George’s County, 2007) och passar för många olika typer av platser (CIRIA, 2007). De är även anpassningsbara i storlek och kan integreras i den urbana gatumiljön (FAWB, 2009). VA SYD (2013) poängterar att det alltid bör utredas om det finns möjligheter och metoder för rening av dagvatten från vägar och parkeringsplatser.

Nedan beskrivs exempel på användningsområden för rain gardens i gatumiljö:

Refug

Refuger och mittremsor i städerna är ofta asfalterade eller täckta med gatsten. Dessa ytor blir så småningom täckta med ogräs som kommer upp i skarvar eller trycker sig genom beläggningen och ger inte bara ett stökigt och bortglömt intryck utan kostar väldigt mycket att sköta (Gröna Fakta, 2009). Att istället anlägga en rain garden bidrar bland annat med grönska, tar hand om vattenavrinning och är mindre skötselkrävande.



Bild 1: CDOT, 2014

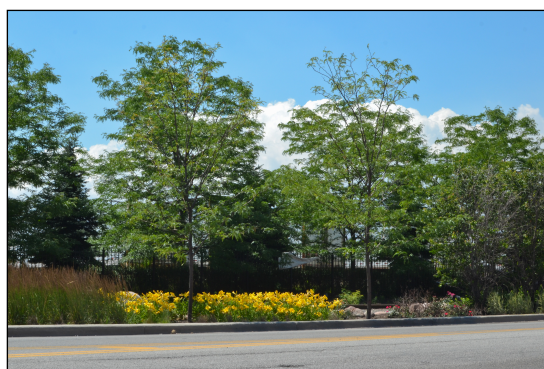


Bild 2: CDOT, 2014

Mellan väg- och gångbana

Precis som refuger separerar vägbaner från varandra finns ofta en yta mellan väg- och gångbanor som skiljer dem åt. Där kan man med fördel konstruera en rain garden då de kan se ut på många olika vis och är därför flexibla och lätta att integrera (BES, 2013). De är designade för att hantera dagvattnet som rinner dit från gatan och resultatet blir ett mångfunktionellt grönt inslag utmed väg- och gångbanan (Dunnet & Clayden, 2007).



Bild 3: Dylan Passmore, 2012



Bild 4: Justsmartdesign, 2012

Svacka på parkeringsytor

Stora parkeringsytor har ofta något upphöjda öar mellan raderna för parkeringsplatserna. Dessa kan vara exempelvis hårdgjorda, med trädplantering eller gräsremсор. Att istället gröpa ur dessa ytor något och anlägga rain gardens tillåter det förorenade vattnet från de stora hårdgjorda ytorna att rinna ner i bädden där det med hjälp av vegetationen renas och infiltreras (Dunnett & Clayden, 2007). En sådan anlagd svacka kan se ut som en vanlig, konventionell planteringsyta (BES, 2013).



Bild 5: Dylan Passmore, 2009



Bild 6: Derek Severson, 2010

Indrag för hastighetssänkning - väg

Dessa ytor är vanligt förekommande konstruktioner runt om i Europa där man gör indrag i vägbanan som en hastighetssänkande åtgärd i trafiken. Dessa ytor har stor potential för en rain garden då de förutom dess hastighetssänkande funktion även kan ta hand om dagvatten och bidra till stadens gröna stråk (Dunnett & Clayden, 2007).



Bild 7: Greg Raisman, 2008



Bild 8: Dylan Passmore, 2012

3.4 KONSTRUKTION

När en rain garden ska konstrueras måste en rad olika parametrar tas i beaktning. Placering och höjdläge är variabler som styr mängden dagvatten som förväntas ansamlas i konstruktionen (Hunt & White, 2001). Virginia (2011) rekommenderar att platsen för anläggning av en rain garden har en lutning på mer än 1% och mindre än 5% för bästa resultat. Storlek på konstruktionen beräknas utifrån de omkringliggande ytornas material och ytstorlek. Man brukar utgå från den procentuella mängden hårdgjorda ytor vars vattenavrinning den tänkta rain garden ska kunna hantera (Hunt & White, 2001). FAWB (2009) menar att en rain gardens storlek endast behöver vara mellan ca 2-4% i förhållande till avrinningsytorna och givetvis beroende på de andra ovannämnda förhållandena. Den befintliga jordmånen och det substrat som planeras användas i anläggningen har också betydelse för kapaciteten att rena och infiltrera vatten (Hunt & White, 2001). Enligt CIRIA (2007) är det viktigt att substratet är lättgenomträngligt av sandigare karaktär för att vattnet ska kunna infiltreras och därmed förhindra att anläggningen vattenmättas. Val av substrat, dess kvalitet, komponenter och egenskaper, är av stor betydelse för en rain gardens funktioner (CIRIA, 2007).

3.5 SKÖTSEL

Rain gardens är projekterade för att klara minimalt med skötsel. Givetvis krävs det regelbunden tillsyn och det är ytterst viktigt att detta ansvar ligger hos en kompetent part (CIRIA, 2007). En vägmiljö är en riskfull plats för personal att vistas på vid skötsel och därför bör säkerhetsaspekten av beräknade skötselåtgärder för rain gardens i

vägmiljö inkluderas och tas hänsyn till (Prince George's County, 2007). Rain gardens kan vara konstruerade på olika sätt och med skilda skötselbehov. Det rekommenderas att en skötselplan tas fram för respektive anläggning för bästa resultat och hållbarhet (Virginia, 2011; Prince George's County, 2007).

Skötseln av en rain garden är både lätthanterlig och billig (Prince George's County, 2007) och rain gardens i motsats till konventionella vattenkrävande planteringar kräver minimalt med bevattning om ens någon (Dunnett & Clayden, 2007). Beroende på vilken metod och konstruktion som används måste det dränerande systemet kontinuerligt ses över (FAWB, 2009). Regelbunden kontroll och eventuell rensning av inlopp till planteringen är det främsta behovet. Även tillsyn och skötsel av växtmaterial och substrat är nödvändigt för god hållbarhet (Environmental Services City of Portland, 2006; CIRIA, 2007). Vegetationen är en betydande komponent i en rain garden och kan behöva rensas eller bytas ut (Prince George's County, 2007). För bästa möjliga etablering kan det initialt, under de första ca sex månaderna, vara bra att ha tätare tillsyn för kontroll av anläggningen. Det kan innebära bevattning, komplettering eller utbyte av vegetation och kontroller av att vattnet infiltreras som det ska efter regn (Virginia, 2011).

Vid skötsel av rain gardens är det viktigt att ej kompromissa med anläggningens renande egenskaper och kapacitet. Genom att reducera användandet av bekämpningsmedel gynnas vegetationen, insekterna och organismerna i substratet (Prince George's County, 2007). Vid konstruktion och skötsel av anläggningarna måste noga hänsyn tas till att undvika kompaktering av befintlig jord och anläggningens substrat då detta reducerar och kan förhindra infiltration (CIRIA, 2007).

3.6 KOSTNAD

Är rain gardens ett hållbart alternativ även ur ekonomisk synpunkt? Givetvis finns här, precis som i alla andra delar av ett projekt, olika förutsättningar och parametrar att ta hänsyn till vid kostnadsberäkning. Det är tydligt att det finns många kostnadsbesparande kvaliteter i att projektera för rain gardens. Inte minst reduceras de kostnader för reparation eller tillägg av konventionella system som skulle behövas då de överbelastas och inte kan hantera mängden dagvatten. Det är även lägre kostnader för gestaltning, projektering och skötsel av en rain garden jämfört med de konventionella underjordiska rörsystemen och med rain gardens bör det också kalkyleras med vinsten av ytans mångfunktionalitet (Prince George's County, 2007).

Även kostnaden för installation av en rain garden skiljer sig åt beroende på läget, den befintliga jorden, om den är sandig eller lerhaltig och dess packningsgrad. Det gör också skillnad beroende på om det kräver installation av dräneringsrör i botten av anläggningen eller om vattnet ska infiltrera ner till befintlig jord. Val av vegetation och dess kvalitet är ytterligare en faktor som påverkar kostnaderna (Hunt & White, 2001).

4. VEGETATION I VÄGMILJÖ

”Väl anpassad och välskött växtlighet längs vägen kan vara det som avgör om trafikanterna tycker att vägen är vacker och behaglig att färdas på eller inte” (Trafikverket, 2011 s.7).

Gröna vägmiljöer är väldigt uppskattade av befolkningen, men vägen är dock en tuff växtplats. Vegetation i trafikmiljö utsätts för mycket påfrestningar såsom kompaktering, saltpåverkan, föroreningar och vinddrag. Kompaktering av marken leder till vatten- och syrebrist då jordens porositet och genomsläpplighet minskar markant. Även rötterna får svårt att utvecklas. Detta är något som ofta sker redan i byggskedet vilket gör att vegetationen redan från start får svårt att etablera sig. Salt och föroreningar har ofta en hämmande effekt på vegetationens utveckling och natriumjonerna i saltet kan försämra jordstrukturen (Trafikverket, 2011; Gröna Fakta, 2009). Mycket salt i jorden hämmar växternas vattenupptagande förmåga och gör att befintligt vatten i rötterna rinner ut istället för att tas upp i växten (Tvedt m.fl., 2001). Även vinden är en faktor som försvårar för vegetationen i vägmiljöer då det kan skapas ordentliga vinddrag längs vägar som gör det svårt för vegetationen att utvecklas normalt. Det gäller att sätta rätt växt på rätt plats och att vara kunnig i alla skeden av planering och etablering, inte minst sett ur ett ekonomiskt perspektiv. Växter som inte passar för ståndorten eller som hanteras på fel sätt kostar enorma summor i längden medan rätt växtval ger kostnadsbesparingar (Trafikverket, 2011).

”I utformningen av gatu- och vägrummet ska god gestaltning, trafiksäkerhet, orienterbarhet, trygghet och tillgänglighet eftersträvas” (Vägverket, 2004 s.7). Vegetationen har stor betydelse för hur vi upplever en vägsträcka eller ett gaturum. Den kan också bidra till att förändra ett gaturums proportioner och karaktär genom växtval, placering och höjd på växtmaterialet. Vegetation i vägmiljö bör alltid väljas med hänsyn till platsens förutsättningar och nuvarande eller planerade karaktär (Vägverket, 2004).

I trafikmiljöer är god sikt en förutsättning för säkerhet och viktig att tänka på vid val av vegetation (Prince George’s County, 2007) Med rätt växtval och placering kan man t.ex. förstärka en kurva genom optisk ledning eller markera en hastighetsförändring genom att placera vegetation närmare vägbanan (Trafikverket, 2011).

För att lyckas med en hållbar grönstruktur är det viktigt att det i planeringsskedet tas hänsyn till framtida förvaltning. Även upphandling av rätt kompetenser är av stor vikt för hållbara vägrum med vegetation. I stadsmiljö är det hög prioritet på att de vägnära miljöerna är väl utformade och därför bör också kalkyleras för passande förvaltningsinsats (Delshammar, 2011). Det måste finnas en tydlig ansvarsfördelning

och kunniga personer som ser till att hela processen går rätt till. Kontroller och besiktnings vid leverans av växtmaterial, växtbäddar och de färdiga planteringarna måste utföras och följas upp ordentligt (Trafikverket, 2011).

5. VEGETATION FÖR RAIN GARDENS I STADSMILJÖ

“The dryness of a rain garden – which depends upon how much water is directed to it, how quickly the garden drains, and how frequently it rains – usually dictates the type of vegetation that can thrive in the garden” (Hunt & White, 2001 s.9)

Eftersom växterna i en rain garden ska klara långvarig torka med tillfälliga översvämningar är det varken typiska våtmarksväxter eller torrplanteringsväxter som utgör de bästa växtvalen (Hunt & White, 2001). Detta gör det svårt att hitta rätt vegetation för en sådan miljö. En utpräglad torrmarksväxt har ofta svårt att överleva våta miljöer, särskilt under vintern och kan då lätt drabbas av svampsjukdomar eller ruttna medan en våtmarksväxt i periodvis torra miljöer istället kan torka ut eller ha lätt för att drabbas av exempelvis mjöldagg (Hansson & Hansson, 2011 a). I vägmiljö är saltpåverkan och föroreningar viktiga att ta hänsyn till (CIRIA, 2007). Ytterligare en faktor som måste övervägas vid val av växtmaterial är skötselbehovet. Vilken prioritet och tillhörande skötselinsatser kommer den specifika anläggningen att få (Virginia, 2011)?

För att hitta vegetation som klarar ovannämnda påfrestningar får vi söka efter naturliga ståndorter som har dessa förutsättningar. Exempelvis hittas många salttåliga växter längs kusterna där de bland annat naturligt utsätts för höga salthalter från havet (Gröna Fakta, 2009). Den nordamerikanska prärien är till stora delar en naturligt torr växtplats med växter som kräver minimalt med skötsel. Dessutom attraherar många av växterna insekter (Hansson & Hansson, 2011). Växtplatser med naturligt fluktuerande vattennivåer är en annan ståndort som kan vara en bra källa.

Även på en mer övergripande nivå spelar klimatet in. Skåne är Sveriges sydligaste län. De södra delarna av landskapet präglas av slätter och betesmark och dessa stora öppna fält resulterar i mycket blåst. Skåne omringas av hav och sandstränder åt tre håll, öst, väst och syd, och har därför särskilt längs kusterna ett maritimt klimat med milda och ofta blöta vintrar (SMHI, 2009; Skåne press, 2010). SMHI:s rapporter tyder på att Skåne kommer få regnigare vintrar och varmare, torrare somrar (Länsstyrelsen Skåne, u.å. b). De ökade regn- och vattenavrinningsmängderna är ett stort problem som vi

måste ta med i beräkningar vid stadsplanering men vi får inte bortse från att även avsaknaden av regnvatten, under torrperioderna på sommaren, kan ge allvarliga konsekvenser för våra vattenresurser, vattenkvaliteten, den biologiska mångfalden och inte minst vegetationen (VA SYD, 2013).

5.1 VÄXTFÖRSLAG

Växterna jag tagit med nedan bör fungera väl i en miljö med de förutsättningar som en rain garden har. Det är dock ändå viktigt att analysera den specifika platsens och anläggningens förutsättningar och konstruktion för att få till en bra mix med vegetation just där.

Perenner

Achillea filipendula - praktrölleka är lättodlad och anspråkslös och förekommer naturligt på ruderatmark och grässlätter (Hansson & Hansson, 2011). Enligt Movium plantarum (u.å.) och Gröna fakta (2009) är denna perenn tålig för saltutsatta och torra lägen i stadsmiljö.

Armeria maritima - strandtrift växter naturligt, så som namnet antyder, nära havet. Det är en enormt salttålig liten tuvbildande perenn med vintergröna blad och runda, bollliknande blommor. Passar utmärkt i vägmiljö (Stångby, 2011; Hansson & Hansson, 2011). Enligt Veg Tech (u.å.) klarar den även en stor variation i vattentillgång och passar därför bra i en rain garden.

Echinacea pallida - läkerudbeckia växter ursprungligt på den torra prärien i Nordamerika (Hansson & Hansson, 2011). Den passar enligt Dunnett & Clayden (2007) för rain gardens i vägmiljö då den klarar långvarig torka men även korta perioder med översvämning. Oftast problemfri när den får växa i väl-dränerad, lätt jord på solig plats (Bengtsson m.fl. 1993; Hansson & Hansson, 2011)

Eupatorium cannabinum - hampflockel är en perenn som trivs bäst på den lite fuktigare ståndorten och kan hittas i närheten av vattendrag i Skåne (Hansson & Hansson, 2011). Enligt Movium plantarum är de anpassningsbara och fungerar även väl i en mindre fuktighetshållande, normal jord. CIRIA (2007) listar den som en växt som med fördel kan användas i bostadsområden då den är estetiskt tilltalande.

Iris sibirica - strandiris frodas naturligt i en fuktig och något kalkhaltig jord och ses ofta intill dammkanten men har visat sig klara av både kortvarig torka och översvämning (Stångby, 2012; Hansson & Hansson, 2011).

Lythrum salicaria - fackelblomster förekommer naturligt på fuktiga ståndorter i hela Sverige, dock vanligast i södra delarna av landet. Den har även visat sig fungera väl på ganska torr jord (Hansson & Hansson, 2011; Stångby, 2012). Enligt Dunnett & Clayden (2007) klarar fackelblomstern allt från något torra jordar till sumpmark som är konstant

våta men de varnar för aggressivt växtsätt. De har rosa till rödvioletta spirformade blomklasar som är mycket omtyckta av fjärilar och bin (Hansson & Hansson, 2011; Stångby, 2012).

Potentilla ansenerina - gåsört är en mycket salttålig växt från norra halvklotet som även kan hantera en något varierad vattentillgång, från väldigt torr jord till frisk (Veg Tech, u.å.). Enligt Hansson & Hansson (2011) är *Potentilla* oftast problemfri och trivs bäst i väl-dränerade, magra jordar men även i vanlig trädgårdsjord.

Prunella grandiflora - praktbrunört växer i Europa och södra Sverige. De är anspråkslösa gällande jorden och attraherar bin (Bengtsson m.fl. 1993). Den tål både perioder med torka och väta samt passar bra i stadsmiljö (*Movium plantarum*, u.å.).

Silene uniflora - strandglim med dess vita blommor växer naturligt längs Västeuropas och Nordafrikas kuster (Hansson & Hansson, 2011). De trivs i de flesta jordar och klarar allt från torka till väta, salt och stadsmiljöns påfrestningar (*Movium plantarum*, u.å.; Veg Tech, u.å.).

Viola pedata - fågelviol är en tidigblommande viol som härstammar från Nordamerika (Hansson & Hansson, 2011). Det är en tuff liten perenn som klarar långa perioder med torka och även längre perioder med översvämning (Dunnett & Clayden, 2007).

Gräs

Ammophila arenaria - sandrör är ett salttåligt, tuvbildande gräs som hittas vildväxande på västkusten och Gotland. Varning för ett aggressivt växtsätt där det sprider sig med krypande jordstam. Det trivs bäst på sandiga jordar i full sol enligt Hansson & Hansson (2010) medan Veg Tech (u.å.) menar att det även klarar fuktig jord med perioder av översvämning.

Carex arenaria - sandstarr är ett salttåligt prydnadsgräs som klarar utpräglad torka men även något fuktigare jord och korta perioder av översvämning (Veg Tech, u.å.).

Carex elata - bunkestarr är en reslig art som förekommer i Sverige i fuktig jord, intill sjöar och kärr (Hansson & Hansson, 2010). Enligt Veg Tech (u.å.) är detta ett salttåligt gräs som kan stå i allt från frisk jord till riktigt blöt och tolererar långa perioder med översvämning.

Elymus canadensis - kanadaelm kommer från Nordamerika och klarar de flesta jordar. Från mycket torr jord och längre perioder med torka till en fuktig ståndort med översvämningar i perioder. Kan vara något kortlivad (Hansson & Hansson, 2010).

Juncus conglomeratus - knapptåg klarar en mycket stor variation på vattentillgång och är därför optimal för en rain garden. Den är även salttålig (Veg Tech, u.å.).

Juncus effuses - veketåg återfinns vildväxande i södra och mellersta delarna av Sverige. Den växer då i allt från fuktiga diken till stranden (Hansson & Hansson, 2010). Enligt Veg Tech (u.å.) är även denna art salttålig och passar bäst i en fuktigare miljö än ovan nämnda *Juncus conglomeratus* (Veg Tech, u.å.).

Leymus arenarius - strandråg är ett vackert salttåligt gräs som växer naturligt i Sverige. Enligt Veg tech passar den bra i allt från mycket torra till fuktiga jordar med periodvis översvämning medan Hansson & Hansson (2010) menar att den kan angripas av svampsjukdomar om den står fuktigt. Den har ett aggressivt växtsätt och sprider sig ogräsartat med krypande jordstam (Gröna fakta, 2009).

Molinia caerulea - blåtåtel är ett vackert meterhögt gräs som förekommer i hela Sverige i fuktig och näringsfattig jord och har god översvämningstolerans (Hansson & Hansson, 2010; Dunnett & Clayden, 2007). Enligt Movium plantarum (u.å.) trivs den på de flesta jordar.

Phalaris arundinacea - rörflen är ett lättodlat gräs som växer naturligt på allt från torra sluttningar till grunt vatten. Den klarar riktigt magra jordar och en växelvis tillgång på vatten. Den har krypande jordstam och kan vara något aggressivt i sitt växtsätt (Hansson & Hansson, 2010; Movium plantarum, u.å.; Veg Tech, u.å.).

Buskar

Aronia melanocarpa var. Elata - svartaronia är en lättodlad, tålig buske, ursprungligen från Nordamerika. Den är salttålig och klarar allt från längre torka till perioder med översvämning (Movium plantarum, u.å.).

Cornus sanguinea - skogskornell är en stor tålig buske som kan växa på de flesta jordar. Den klarar både torra magra ståndorter i stadsmiljö och våta lerjordar. Den är både salt- och vindtålig (Stångby, 2011; Movium plantarum, u.å.) Dunnett & Clayden (2007) menar att den klarar långa perioder med översvämning.

Elaeagnus commutata - silverbuske är en salttålig, lättodlad buske som klarar allt från torr stadsmiljö till våta jordar (Movium plantarum, u.å.) Enligt Lorentzon m.fl. (2008) har den inga markkrav och utvecklas väl på alla slags jordar.

Frangula alnus - brakved förekommer vildväxande i Sverige. Det är en snabbväxande buske som tål allt från torra till våta växtplatser och även salt- och vindpåverkan (Stångby, 2011; Movium plantarum, u.å.) Enligt Dunnett & Clayden (2007) vill den ha fuktighetshållande jord och klarar långa perioder med översvämning och stående vatten.

Hippophae rhamnoides - havtorn hittar man längs med havsstränder i Sverige. Vill ha full sol men klarar de flesta jordar. Den passar för utsatta lägen som i urban vägmiljö

då den klarar extrem torka, saltpåverkan och kraftig vind och den klarar även perioder med väta. Kan skjuta mycket rotskott och sprida sig snabbt (Movium plantarum, u.å.; Lorentzon m.fl. 2008)

Ligustrum vulgare - liguster är en snabbväxande, anspråkslös buske som utvecklas väl på de flesta jordar (Stångby, 2011). Den är salttålig och tål stadsmiljön med dess torka (Movium plantarum, u.å.).

Mahonia aquifolium - mahonia är enligt Stångby (2011) en tålig, städesgrön buske som växer naturligt på allt från riktigt fuktiga till torra jordar och passar bra i stadsmiljö. Movium plantarum (u.å.) anser dock att den kräver markfukt och beskuggning.

Salix caprea - sälg ses ofta i form av en flerstammig buske eller mindre träd. Den växer på allt från torra och magra till fuktiga jordar och klarar både salt- och vindpåverkan (Stångby, 2011; Movium plantarium, u.å.). Dunnett & Clayden (2007) listar den som en buske tolerant för allt från utdragna torrperioder till blöta jordar med långa perioder med översvämning.

Salix purpurea - rödvide är en snabbväxande stor buske som kan växa på de flesta jordar. Den föredrar fuktiga och väl-dränerade, kalkrika ståndorter och klarar långa perioder med stående vatten men tål även utsatta och torra lägen i stadsmiljö (Movium plantarum, u.å.; Dunnett & Clayden, 2007)

Salix repens - krypvide trivs i de flesta jordar och återfinns ofta på järnvägsbankar eller i slänter. Den klarar både mycket torra jordar och jordar som är blöta, vilket stämmer bra överens med förutsättningarna i en rain garden i stadsmiljö (Stångby, 2011; Movium plantarum, u.å.)

Träd

Alnus glutinosa - klibbal är hemmahörande på norra halvklotet och är klarar de flesta jordar. Den trivs bäst på fuktig mark men tolererar extrema växtmiljöer, från perioder med utpräglad torka till våta ståndorter med längre perioder med översvämning (Stångby, 2011; Dunnett & Clayden, 2007; Movium plantarum, u.å.).

Alnus incana - gråal är även det ett anspråkslöst träd som klarar fluktuerande vattenmängder. Det är ett salttåligt träd som utvecklas bäst på en något torrare och magrare jord än föregående klibbal. Den skuter rotskott vilket bör beaktas vid plantering i hårdgjorda ytor (Stångby, 2011; Dunnett & Clayden, 2007; Movium plantarum, u.å.)

Betula nigra - flodbjörk är en riktig pionjärväxt och därmed ljuskrävande, snabbväxande och tålig (Stångby, 2011; Movium plantarum, u.å.) Sjöman & Slagstad

(2015) listar den som ett användbart träd i stadsmiljö som tolererar kortvarig översvämning. Dunnett & Clayden (2007) menar att den klarar allt från långvarig torka till längre perioder med översvämning.

Prunus padus - hägg är ett anspråkslöst och hårdigt träd som växer vilt i hela Sverige. Den föredrar en något fuktig och väl-dränerad jord och klarar även våt mark med längre perioder med översvämning. Hägg Tolererar saltpåverkan och även en torr och mager växtplats om den kan ha kontakt med grundvatten. (Lorentzon m.fl. 2008; Stångby, 2011; Dunnett & Clayden, 2007; Movium plantarum, u.å.).

Salix alba - vitpil är ett snabbväxande tåligt träd som ofta används i parkmiljöer. Den föredrar näringrika, fuktiga jordar, dock fungerar den bra även på torra jordar. Vitpil tolererar en urban vägmiljö med salt- och vindpåverkan (Stångby, 2011; Movium plantarum, u.å.). Enligt Dunnett & Clayden (2007) klarar den även långa perioder med översvämning.

5.2 VÄXTFÖRTECKNING

Jag har tagit fram en växtförteckning vars syfte är att fungera som ett hjälpmedel och verktyg i bestämmandet av vegetation till rain gardens. De parametrar jag valt att ta med beskrivs kort här nedan:

Mycket torr: Dessa växter klarar långa perioder med utpräglad torka.

Torr: Platsen är mestadels torr och vegetationen tolererar längre perioder med torka.

Frisk: Växtplatsen är varken överdrivet torr eller våt. Vegetationen klarar korta perioder med översvämning.

Fuktig: Platsen är konstant fuktig och vegetationen klarar längre perioder med översvämning.

Våt: Platsen är konstant våt, växterna klarar långa perioder med stillastående ytvatten.

Salttolerant: Växten är tolerant för saltpåverkan.

För varje växt i listan är det markerat vilka förhållanden den angivna växten är avsedd för.

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	mycket torr	torr	frisk	fuktig	våt	salt tolerant	ref.
Perenner								
Achillea filipendulina	praktrölleka	-	-	-			-	1, 2, 5
Armeria maritima	strandtrift	-	-	-	-		-	2, 3, 4, 5
Echinacea pallida	läkerudbeckia	-	-	-				5, 7, 10
Eupatorium cannabinum	rosenflockel		-	-	-			3, 5, 10, 11
Iris sibirica	strandiris		-	-	-			3, 5
Lythrum salicaria	fackelblomster		-	-	-	-		3, 5, 10
potentilla ansenerina	gåsört	-	-	-			-	4, 5
Prunella grandiflora	praktbrunört	-	-	-	-	-	-	1, 7
Silene uniflora syn. S. maritima	strandglim	-	-	-	-	-	-	1, 4, 5
Viola pedata	fågelviol	-	-	-	-			5, 10
Gräs								
Ammophila arenaria	Sandrör	-	-	-	-		-	4, 6
Carex arenaria	sandstarr	-	-	-			-	4
Carex elata	bunkestarr			-	-	-	-	4, 6
Elymus canadensis	kanadaelm	-	-	-	-			6
Juncus conglomeratus	knapptåg	-	-	-	-	-	-	4
Juncus effuses	veketåg		-	-	-	-	-	4, 6, 10
Leymus arenarius	strandråg	-	-	-	-		-	1, 2, 4, 6
Molinia caerulea	blåtåtel		-	-	-			1, 6, 10
Phalaris arundinacea	rörflen		-	-	-	-	-	1, 4, 6

-
- 1 Movium plantarum (u.å.)
 2 Gröna Fakta (2009)
 3 Stångby (2011)
 4 Veg Tech (u.å.)
 5 Hansson & Hansson (2011)
 6 Hansson & Hansson (2010)
 7 Bengtsson m.fl. (1993)
 8 Lorentzon m.fl. (2008)
 9 Sjöman & Slagstad (2015)
 10 Dunnett & Clayden (2007)
 11 CIRIA (2007)

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	mycket torr	torr	frisk	fuktig	våt	salt tolerant	ref.
Buskar								
Aronia melanocarpa var. Elata	svartaronia	-	-	-	-		-	1
Cornus sanguinea			-	-	-	-	-	1, 3, 10
Elaeagnus commutata	silverbuske	-	-	-	-		-	1, 8
Frangula alnus	Brakved		-	-	-	-	-	1, 3, 10
Hippophae rhamnoides	havtorn	-	-	-	-		-	1, 8
Ligustrum vulgare	Liguster	-	-	-	-		-	1, 3
Mahonia aquifolium	Mahonia	-	-	-	-			1, 3, 10
Salix caprea	Sälg	-	-	-	-	-	-	1, 3, 10
Salix purpurea	rödvide		-	-	-	-		1, 10
Salix repens	krypvide	-	-	-	-			1, 3
Träd								
Alnus glutinosa	klibbal		-	-	-	-		1, 3, 9, 10
Alnus incana	gråal		-	-	-	-	-	1, 3, 9, 10
Betula nigra	flodbjörk	-	-	-	-			1, 3, 9, 10
Prunus padus	hägg		-	-	-		-	1, 3, 8, 9, 10
Salix alba	vitpil		-	-	-		-	1, 3, 9, 10

-
- 1 Movium plantarum (u.å.)
 2 Gröna Fakta (2009)
 3 Stångby (2011)
 4 Veg Tech (u.å.)
 5 Hansson & Hansson (2011)
 6 Hansson & Hansson (2010)
 7 Bengtsson m.fl. (1993)
 8 Lorentzon m.fl. (2008)
 9 Sjöman & Slagstad (2015)
 10 Dunnett & Clayden (2007)
 11 CIRIA (2007)

6. DISKUSSION

Detta arbete har ökat både mina kunskaper och mitt intresse för rain gardens med dess möjligheter och fördelar som mångfunktionell yta i urban miljö. Under arbetets gång har riktningen ändrats något och jag har dykt ner i frågor som inte fanns med från början.

Initialt var planen att jag skulle göra ett gestaltningsförslag på en rain garden i vägmiljö och ta fram passande växtmaterial till den specifika platsen med dess förutsättningar. Eftersom det drog ut på tiden med kartmaterial från olika håll valde jag att fokusera på en mer utpräglad litteraturstudie. Detta gav då möjligheten att gräva något djupare i rain gardens möjligheter för urban vägmiljö.

En svårighet har dock varit att det finns väldigt lite svensk litteratur som behandlar ämnet. De svenska källor jag använt har främst varit texter från myndigheter och kommuner. Boken *Rain gardens - Managing water sustainably in the garden and designed landscape* av Nigel Dunnett och Andy Clayden är den enda bok jag funnit som fokuserar på rain gardens och den har därför varit en av mina främsta källor. Precis som nämnd bok kommer även många av mina övriga källor från USA. Konceptet "Rain gardens" uppstod i Maryland, på USAs östkust, och har sedan dess utvecklats och används i olika former på USAs västkust, bland annat som en del av Portlands ledande arbete med dagvattenhantering i program som "Green streets".

Då mycket av litteraturen som behandlar rain gardens är utländsk är även rekommenderat växtmaterial i dessa texter framtaget och anpassat efter respektive region. Samtidigt är de svenska källorna för växtval ej specifikt anpassade till rain gardens komplexa miljö. Utifrån denna problematik har jag jämfört och modifierat mellan olika källor och därmed också mellan olika klimatzoner. De flesta källorna till vegetation för rain gardens utgår från ett fuktigare klimat och även fuktigare växtplatser än de i sydvästra Skånes urbana gatumiljöer. För att kunna föreslå vegetation som klarar den extrema växtplatsen som en gatumiljö i stadsklimat utgör har jag haft den påtagliga torkan som utgångspunkt snarare än den fuktiga ståndorten. Precis som Hunt & White (2001) säger är svårigheten för rain gardens att varken typiska våtmarksväxter eller torrmarksväxter är optimala då de ska klara tider med torka och även korta perioder med översvämning.

Även begreppet "rain garden" har orsakat en del svårigheter då olika författare använder begreppet för skilda typer av anläggningar. Efter mycket efterforskning i litteraturen fick jag fram en lista med begrepp som beskriver olika typer av infiltrationsbäddar som jag sedan kunde inkludera i min definition av rain gardens. Jag trodde att jag skulle få fram något svenskt begrepp som innefattar samma typ av anläggningar som rain gardens men det visade sig vara svårare än jag trodde. Den

direkta översättningen "regnträdgård" är ett begrepp jag stött på, men det används endast för beskrivning av mindre vegetationsklädda och fuktighetshållande svackor och främst för privatträdgårdar. Annars är det "infiltrationsbädd" vilket jag dock inte tycker inbegriper någon estetisk dimension och inte nödvändigtvis ens vegetation. Å andra sidan låter rain garden inte heller helt rätt för den mestadels torra urbana vägmiljö som jag utgått ifrån. Kanske hade "fluktuationsbädd" eller liknande varit mer passande som samlingsbegrepp men då rain gardens är ett mer vedertaget sådant har jag valt att använda det för de olika typer av anläggningar jag pratar om i arbetet.

Det visade sig att rain gardens bör vara ett hållbart alternativ i urban vägmiljö, ur både ekologisk, ekonomisk och social aspekt. Genom att anlägga rain gardens i vägmiljöns mellanrum bidrar de med grönska och estetik till stadsrummet. De vegetationstäckta bäddarna främjar den biologiska mångfalden, reducerar föroreningar i dagvattnet och bidrar till en bättre luftmiljö. Dessutom är rain gardens även ett ekonomiskt fördelaktigt alternativ till att utvidga de konventionella rörsystemen eller hantera katastroferna efter översvämningar.

Jag anser att det finns stor potential för olika former av rain gardens i våra svenska stadsmiljöer. Det jag har beskrivit i detta arbete är endast en bråkdel av möjligheterna med öppna dagvattensystem i urban miljö. Det är ett område som behöver undersökas vidare, speciellt i Sverige där jag ser ett behov av att testa växtmaterial och tekniker i praktiken. Jag blev väldigt inspirerad av det arbete som sker med "Green streets" i Portland och tror på en liknande satsning i det framtida samhällsbygget för svenska städer. Olika former av rain gardens och infiltrationsbäddar samt gröna väggar, gröna tak och genomsläppliga markbeläggningar är alla sätt att hantera dagvatten som även bidrar med mervärden i den urbana miljön. Det är ett hållbart sätt att planera städer för framtiden och bör vara en självklar utgångspunkt, särskilt med tanke på rådande klimatförändringar och förtätningar.

Sammanfattningsvis ser jag stora fördelar med att planera för mångfunktionella ytor i städerna. Mervärdena de ger bör betraktas som en lika god anledning att projektera för rain gardens som deras ursprungliga huvudsyfte, dagvattenhantering. Att värna om den biologiska mångfalden, få en förbättrad luftmiljö i städerna och grönare omgivningar kan inte vara fel.

Hade tid funnits kan jag tycka att det både hade underlättat för mig och varit ett tydligt komplement till detta arbete att ha med ett riktigt gestaltungsförslag för att förstärka förståelsen för hur en rain garden i vägmiljö skulle kunna se ut och fungera. Det finns dock inget tvivel om att detta är ett ämne och område som är högst aktuellt och vi i Sverige har bara möjligheterna framför oss!

7. REFERENSER

Bengtsson m.fl. (1993). *Perennboken - med växtbeskrivningar*. LTs förlag. Stockholm.

BES, (2013). *Stormwater Solutions Handbook* [Elektronisk]. The Bureau of Environmental Services (BES).

Tillgänglig: <http://nacto.org/wp-content/uploads/2012/06/City-of-Portland-Bureau-of-Environmental-Services.-2004.Stormwater-Solutions-Handbook..pdf> (2015-02-16)

Boverket, (2010 a). *Mångfunktionella ytor* [Elektronisk].

Tillgänglig: http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/sv/nyheter/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf (2015-01-22)

Boverket, (2010 b) *Låt staden grönska - klimatanpassning genom grönstruktur* [Elektronisk]. Boverket, Juni 2010.

Tillgänglig: <http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/lat-staden-gronska.pdf> (2015-03-11)

CIRIA, (2007). *The SUDS manual* [Elektronisk]. London.

Tillgänglig: <http://www.persona.uk.com/A47postwick/deposit-docs/DD-181.pdf> (2015-02-13)

City of Philadelphia, (2014). *City of Philadelphia Green Streets Design Manual* [Elektronisk].

Tillgänglig: http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/green_infrastructure/programs/green_streets
http://www.phillywatersheds.org/img/GSDM/GSDM_FINAL_20140211.pdf (2015-02-17)

Delshammar, (2011). *Hållbar utformning och förvaltning av vägrummet* [Elektronisk].

Rapport 2011:8. Område Landskapsutveckling, SLU Alnarp 2011.

Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/5881/1/delshammar_t_110318.pdf (2015-02-02)

Dunnett & Clayden, (2007). *Rain gardens - Managing water sustainability in the garden and designed landscape*. Timber press Inc. Portland, Oregon.

EPA, (u.å.). *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies* [Elektronisk]. The Climate Protection Partnership Division in the U.S. Environmental Protection Agency's Office of Atmospheric Programs.

Tillgänglig: <http://www.epa.gov/heat island/resources/pdf/BasicsCompendium.pdf> (2015-02-11)

FAWB, (2009) *Adoption Guidelines for Stormwater Biofiltration Systems*. [Elektronisk] Facility for Advancing Water Biofiltration, Monash University, June 2009.

Tillgänglig: <http://www.monash.edu.au/fawb/products/fawb-adoption-guidelines-full-document.pdf> (2015-02-19)

FN, 2010. *FN:s konvention om biologisk mångfald*, informationsblad från miljödepartementet [Elektronisk].
Tillgänglig: <http://www.regeringen.se/content/1/c6/15/28/07/fda2f01a.pdf> (2015-02-12)

Gröna Fakta, (2009). *Tåliga perenner för hårdgjorda stadsmiljöer* [Elektronisk]. Wahlsteen & Sjöman, Gröna Fakta 8/2009. Utemiljö och Movium.
Tillgänglig: <http://www.movium.slu.se/system/files/news/7555/files/Fakta2009-8.pdf> (2015-03-04)

Hansson & Hansson (2010). *Gräs & Bambu*. Inspiration, skötsel, lexikon. Nordstedts. Stockholm.

Hansson & Hansson (2011). *Perenner*. Inspiration, skötsel, lexikon. 3. ed. Nordstedts. Stockholm.

Hunt & White, (2001). *Urban waterways - Designing Rain Gardens (Bio-Retention Areas)* [Elektronisk]. North Carolina State University. North Carolina Cooperative Extension Service.
Tillgänglig: <http://www.bae.ncsu.edu/stormwater/PublicationFiles/DesigningRainGardens2001.pdf> (2015-02-18)

Lorentzon m.fl. (2008) *Blommor och Buskar*. 5. ed. Blommor och buskar förlag KB. Södra Sandby.

Länsstyrelsen, (2009) *PlanPM Dagvatten* [Elektronisk]. Länsstyrelsen i Skåne Län, 2009
Tillgänglig: http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/sv/publikationer/pluskatalogen/PM_dagvattenwebb.pdf (2015-02-23)

Länsstyrelsen Skåne, (u.å. a). *Städerna hotas att vatten och värmeböljor*.
<http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/forandrat-klimat/Pages/Bebyggelse.aspx> [2015-02-18]

Länsstyrelsen Skåne, (u.å. b). *Skånes framtida klimat*.
<http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/forandrat-klimat/Pages/Skanes%20klimat.aspx> [2015-02-18]

Malmö Stad, (2008) *Dagvattenstrategi för Malmö* [Elektronisk]. Malmö Stad.
Tillgänglig: http://malmo.se/download/18.7de6400c149d2490efb1062/1416578198402/Dagvattenstrategi_2008.pdf (2015-03-02)

MSB, (2011). *Översvämningsdirektivet*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MBS.
<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvamning/Oversvamningsdirektivet/> [2015-02-23]

Movium Plantarum, (u.å.). Elektronisk växtdatabas.
www.plantarum.slu.se [2015-03-03]

Naturvårdsverket, (2015). Ekosystemtjänster.
<http://www.naturvardsverket.se/ekosystemtjanster>. [2015-03-03]

Prince George's County, (2007). Bioretention Manual [Elektronisk]. Environmental Services Division Department of Environmental Resources. The Prince George's County, Maryland 2007.
Tillgänglig: http://www.aacounty.org/DPW/Highways/Resources/Raingarden/RG_Bioretention_PG%20CO.pdf (2015-02-16)

Skåne press, (2010). Skånes geografi och klimat: Skogar i norr och slätter i söder lockar naturälskare till Skåne året runt. Business region Skåne.
<http://press.skane.org/content/skanes-geografi-och-klimat-skogar-i-norr-och-slatter-i-soder-lockar-naturskare-till-skane-> [2015-03-02]

SMHI, (2009). Skånes klimat. Kunskapsbanken.
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skanes-klimat-1.4827> [2015-03-02]

SMHI, (2012). Klimatanalys för Skåne län [Elektronisk]. Rapport Nr 2011-52. SMHI Norrköping, 2012.
Tillgänglig: http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/kunskapsunderlag/SMHI_klimatanalys_2012.pdf (2015-03-02)

Stahre, Peter. (2008) *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden*. [Elektronisk] Malmö: VA SYD.
Tillgänglig: http://www.citywater.fi/files/2013/08/BlueGreenFingerprints_Peter.Stahre_webb.pdf (2015-01-22)

Stångby, (2011). *Stångbykatalogen 2011-2012*. Plantskolekatalog. Stångby Plantskola AB. Lund

Svenskt Vatten (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering: Råd vid planering och utformning*. Solna: Svenskt Vatten.

Trafikverket, (2011). *Växtlighet i vägmiljö, praktiska råd*. [Elektronisk] Trafikverket.
Tillgänglig: <http://online4.ineko.se/trafikverket/Product/Detail/43108> (2015-02-12)

Tvedt, Gludsted, Pedersen, L. B., & Randrup, T. B. (2001). *Planter og vejsalt*. Köpenhamn: Vejdirektoratet, Skov & Landskab.

VA SYD, (2013). *Dagvattenstrategi för Lunds kommun*. [Elektronisk]
Tillgänglig: <http://www.lund.se/Global/Förvaltningar/Tekniska%20förvaltningen/Mark%20och%20expl/Pdf/Dagvattenstrategi%20för%20Lunds%20kommun>

%202013-05-28%20ANTAGEN.pdf (2015-02-23)

Vattenmyndigheten (u.å. a). Vattenmyndigheterna, Organisation.
<http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/om-vattenmyndigheterna/vattenforvaltningens-mal/Pages/default.aspx> [2015-02-23]

Vattenmyndigheten (u.å. b). Vattenmyndigheterna, Organisation.
<http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/om-vattenmyndigheterna/organisation/Pages/default.aspx> [2015-02-23]

Veg Tech, (u.å.). *Veg Tech Växtförslag*.
Tillgänglig: [VegTech_Vaxtforslag_Infiltration.pdf](#) (2015-02-17)

Virginia, (2011) *Bioretention*. [Elektronisk] Virginia Stormwater Design Specification NO.9.
Tillgänglig: http://www.vwrrc.vt.edu/swc/april_22_2010_update/DCR_BMP_Spec_No_9_BIORETENTION_FinalDraft_v1-8_04132010.htm (2015-02-11)

Vägverket, (2004). *Vägar och gators utformning (VGU)* [Elektronisk]. Vägverket Borlänge, 2004.
Tillgänglig: http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Foretag/Bygga_och_underhalla/Vag/Vagutformning/Dokument_vag_och_gatuutformning/Vagar_och_gators_utformning/Sektion_tatort-gaturum/sektion_tatort_gaturum.pdf (2015-01-22)

WERF, (2010). *Building a Nationally Recognized Program Through Innovation and Research*. [Elektronisk] Water Environment Research Foundation. Portland, Oregon.
Tillgänglig: http://www.werf.org/liveablecommunities/studies_port_or.htm (2015-02-23)

Wise, S. (2008) *Green Infrastructure Rising* [Elektronisk]. American planning association.
Tillgänglig: <http://www.cnt.org/repository/APA-article.greeninfrastructure.080108.pdf> (2015-02-25)

FOTON:

Bild 1: CDOT, 2014. (Center for Neighborhood Technology)
<https://www.flickr.com/photos/centerforneighborhoodtechnology/14443581570/in/photolist-o1k8As-o1mqpx-aUoMqg-8Mfhwx-9Zxmxv-fEiNvd-duwk1K-742n7V-746izY-7s1NMk-8Mf8sR-fr7vFU-a9kFeq-5ZXhXN-9g5Ux8-8eVnec-4MNjdy-fLphXn-fLc1vD-fLcqXM-9gHNz9-bnrKm2-bnrKCe-bnrLmR-qoFpSJ-qzMzRn-q9xeev-8f9yEj-fPT5fL-4MNjwS-8eYtM5-742nak-742ncR-8f9YjG-owuuL3-a2iyUH-atV4DD-9KVSeQ-6Tzj6t-4JE7qe-aYjTca-4MNkcJ-hLtb6Q-8eVf44-742n2c-742n78-742naT-746iMy-csztMY-oq9rPY/>

Bild 2: CDOT, 2014. (Center for Neighborhood Technology)
<https://www.flickr.com/photos/centerforneighborhoodtechnology/14626995771/in/photolist-o1mqpx-o1k8As-ohPQ8H-ohxb4e-o1kor7-ohCXZq-ohCXAE-ohxbfg-o1k8Y1>

Bild 3: Dylan Passmore, 2012.

<https://www.flickr.com/photos/dylanpassmore/7559847716/in/photolist-cw3cm1-cw3cYW-bmihMm-cw3dBy-cw3h45-8KsgLa-8KsfCt-8Ksh54-8Kviam-8Ksgda-8KviLL-fjUbeH-cw3f9b-9QRvsd-9QNDJV-9QRuxS-9QNELK-9QRuE3-9QRuom-9QRv6o-cw3fQL-5TZXpc-9FPCkp-83zigg-83CpuY-9QRu7q-9QNEBT-9QNEbt-9QNCMZ-9QRvd3-9QNDCg-9QRvCC-9QRue3-quAhe9-qDctmn-q5bdi1-7YhhiC-qMeqCt-oaZu3B-4EmBZd-avZtBa-aw3aDo-avZuzM-aw3apu-qJAyE5-qALJen-q5hFht-qmxRak-q5az8N-qjrWyA>

Bild 4: Justsmartdesign, 2012

<https://www.flickr.com/photos/justsmartdesign/6911657485/in/photolist-A3m6p-4T5pR9-bwL3Yn-7SJ2FF-5q2Ju2>

Bild 5: Dylan Passmore, 2009

<https://www.flickr.com/photos/dylanpassmore/6939383075/in/photolist-o4esjJ-cw3diY-cw3egL-cw3ez1-bmihYG-cw3f9b-cw3eT7-cw3fpA-cw3fQL-bzd9PM-cw3g6f-cw3cYW-cw3dBy-cw3gJL-cw3dVC-bmihMm-cw3cC9-cw3cm1-cw3h45-793nfw>

Bild 6: Derek Severson, 2010

<https://www.flickr.com/photos/derekdiamond/5027233903/in/photolist-9f9Wm1-9f9Wi1-c4rHCU-8EeTuB-6DTnaD-7yAqVv-7yAupp-6DjrHK-a4QV2D-6WGuSr-61V7eZ-pueVRy-bUwBeK-8yb9uM-4QSomY-9QXGAj-8fSQoC-oFKTzz-dYtjuo-cEVJJL-6Bib6A-9RvvfE-nhKZzp-9AcjGM-9Afh1y-eBg6aR-9D41eL-dhD2JM-atQhzW-7im2yp-61V8cV-6BiddU-anSGAD-6Biedq-7yArW4-6v7HfU-61ZkhL--bobKAC-51rdbS-61ZkMC-5SN4zc-6PUmwX-6PUmv6-5SSp6Q-9AS4wJ-61V882-aFkASj-eiTRgH-542znX>

Bild 7: Greg Raisman, 2008

<https://www.flickr.com/photos/gregraisman/2570180671/in/photolist-4V7RaR-o4ZmN3-a8Rzbg-ohXqwj-aKS7kF-aKS7fX-ngrLBa-aKS7fe-aKS7cz-aKSyv-aKS79X-8qSUJ6-nYnGkm-3oiY1S-nEKSHo-4zXixX-9YjCDm-j4ax4N-bqDPaM-71mVTh-6LjroQ-8maS5E-3oiQvf-aCGEfn-389iEc-389mAK-38dWPS-389nvc-8LYvjx-o51yLS-o51vNr-8h4f9X-anNVxG-gRzosj-7ddtFa-4wf3Wj-4waUP6-nK9kbu-gYUA8-5udXdr-omtPFU-hv89jd-8QBivo-gYTHx-bQrMev-3xY2uz-gYTD9-gYTzX-3y3hi7-3xXRwg>

Bild 8: Dylan Passmore, 2012.

<https://www.flickr.com/photos/dylanpassmore/7559857122/in/photolist-cw3f9b-cw3eT7-cw3fpA-cw3fQL-5TZXpc-cw3g6f-bzd9PM-cw3diY-cw3cC9-cw3cm1-cw3cYW-bmihMm-cw3dBy-cw3h45-9FPCkp-83zigg-83CpuY-quAhe9-qDctmn-dfc9Rr-qALJen-qABZ4b-quAedE-ra2izd-quAcf1-ra2kLh-quNq2P-rrzLhB-q5bdi1-7YhhiC-qMeqCt-oaZu3B-4EmBZd-avZtBa-aw3aDo-avZuzM-aw3apu-qJAyE5-q5hFht-qmxRak-q5az8N-qjrWyA-q5bdrs-9AS4wJ-pGqXw2-q5aUoh-pEpzGK-ds25UH-ds2eCG-ds25NZ>